

IMPACTO DE FACTORES ECONÓMICOS EN LA PRODUCCIÓN DE LITIO EN LOS PRINCIPALES PAÍSES PROVEEDORES

JEAN PIERRE CANAZA

<https://orcid.org/0009-0008-9980-555X>

Volcán Compañía Minera, Perú

canaza@volcan.com.pe

YEMARA ZÚÑIGA CHAHUA

<https://orcid.org/0009-0000-9534-1446>

Asociación de Empresas Inmobiliarias del Perú

yzuniga@asei.com.pe

Recibido: 5 de mayo del 2025 / Aceptado: 17 de agosto del 2025

<https://doi.org/10.26439/ddee2026.n008.7909>

RESUMEN. Este estudio examina los factores que influyen en la producción de litio, centrándose en el ámbito económico y el desarrollo tecnológico, en siete países con reservas significativas de salares: Argentina, Australia, Chile, China, Brasil, Zimbabue y Portugal. Mediante el uso de datos de panel y un modelo de efectos fijos, se realiza un análisis de regresión que considera variables como el precio internacional del litio, las ventas de vehículos eléctricos, la inversión extranjera directa y el Índice de Innovación Global. Los resultados revelan que el precio internacional del litio y las ventas de vehículos eléctricos son particularmente decisivos en la determinación de la producción de litio. Este hallazgo subraya la importancia de la creciente demanda de productos basados en iones de litio, esencial en la fabricación de vehículos eléctricos. Además, se observa que el incremento en el precio motiva a los productores a ampliar su oferta para cubrir la alta demanda del mercado.

PALABRAS CLAVE: producción de litio / precio / vehículos eléctricos / datos de panel

Códigos JEL: L61, L62

Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

IMPACT OF ECONOMIC FACTORS ON LITHIUM PRODUCTION IN THE MAIN SUPPLIER COUNTRIES

ABSTRACT. This study examines the factors influencing lithium production, focusing on the economic and technological development in seven countries with significant salt flats reserves: Argentina, Australia, Chile, China, Brazil, Zimbabwe, and Portugal. Using panel data and a fixed-effects model, a regression analysis is conducted considering variables such as the international price of lithium, electric vehicle sales, foreign direct investment, and the Global Innovation Index. The results reveal that the international price of lithium and electric vehicle sales are particularly decisive in determining lithium production. This finding underscores the importance of the growing demand for lithium-ion based products, which is essential in the manufacturing of electric vehicles. Additionally, it is observed that the increase in price motivates producers to expand their supply to meet the high market demand.

KEYWORDS: lithium production / price / electric vehicles / panel data

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el litio se ha convertido en uno de los recursos naturales más demandados a nivel internacional, dejando atrás a los antiguos favoritos como el carbón, el petróleo y el uranio. El conocido “oro blanco” se ha implementado en múltiples campos, tales como la metalurgia, la petroquímica e incluso la medicina. Además, juega un papel vital en la fabricación de baterías, computadoras, cámaras digitales y vehículos eléctricos.

El mercado mundial de baterías de iones de litio se valoró en 52 000 millones de dólares en 2022 y se espera que alcance los 194 000 millones de dólares en 2030 (Ategi, 2023). De este modo, se anticipa que, a medida que el mundo incremente su producción de baterías y vehículos eléctricos, la demanda de litio experimentará un mayor crecimiento, lo cual se verá reflejado en un incremento en los precios de dicho mineral. Se proyecta que para el año 2050 la demanda alcanzará 1,5 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE), lo cual impactará positivamente en el PBI de los países productores. Así, de acuerdo con el estudio del Centro Estratégico Latinoamericano de Geopolítica (2022), este mineral podría convertirse en la principal exportación de la región para 2040, con cerca del 80 % de las ventas totales al exterior de América del Sur. En este sentido, no es casualidad que el Banco Central de Chile (Griffith-Jones et al., 2023) haya afirmado que el PBI del país muestra un crecimiento anual atribuible en parte al incremento en la producción de litio. De acuerdo con la Comisión Chilena de Cobre (2023), la demanda de litio desde 2022 hasta 2035 pasará de aproximadamente un millón de toneladas métricas en 2022 a casi cuatro millones de toneladas métricas en 2035. Este crecimiento refleja una expansión notable del mercado del litio, impulsada por la producción de baterías para vehículos eléctricos y dispositivos tecnológicos.

La tendencia ascendente sugiere oportunidades de inversión en la industria del litio, desde la extracción hasta nuevas tecnologías de almacenamiento. Sin embargo, también plantea desafíos en relación con la sostenibilidad y las prácticas mineras responsables, pues requiere políticas adecuadas para gestionar la demanda y fomentar tecnologías de reciclaje.

En ese contexto, la presente investigación busca analizar el impacto de determinados factores, como el precio internacional del litio, las ventas de vehículos eléctricos, la inversión extranjera directa y el índice de innovación global sobre la producción de litio, e identificar cuál de estas variables ejerce una mayor influencia explicativa. Se plantea que los factores económicos impactan positivamente en la producción de litio en los principales países proveedores, y que la venta de vehículos eléctricos y la inversión extranjera directa son las variables con mayor poder explicativo. Este estudio aplica un modelo de datos de panel con efectos fijos, corregido por el método de Driscoll-Kraay (Driscoll & Kraay, 1998), que permite obtener estimaciones robustas frente a heterocedasticidad, autocorrelación y correlación contemporánea. Para ello, se considera a aquellos países que cuentan con al menos un salario de extracción de litio y que tienen datos disponibles (por ejemplo, Argentina, Australia, Chile, China, Brasil, Zimbabue y Portugal).

Este estudio contribuye a la literatura, puesto que no se centra en estudios de caso individuales, sino que se incorporan factores —tanto de demanda como de oferta— dentro de un mismo marco analítico. Asimismo, también proporciona insumos útiles para aplicar mejores políticas de Estado para la extracción del litio desde salmueras, que permitan un óptimo aprovechamiento del recurso, además de regulaciones efectivas, sostenibles y eficientes.

Esto permitirá guiar las decisiones de inversión y conocer las tendencias en la producción de litio que puedan estimular la innovación en tecnologías relacionadas, como el desarrollo de baterías más eficientes o métodos de reciclaje de baterías usadas, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia energética.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Precio internacional del litio

El precio del litio es una variable relevante que impacta directamente en la producción de este mineral: el aumento en el precio del litio ha motivado a los países con salares de litio a incrementar su producción para satisfacer la alta demanda. De acuerdo con Gallardo (2011), el precio del litio impacta directamente en la producción argentina. De este modo, la designación del litio como recurso estratégico en la provincia de Jujuy ha buscado maximizar los beneficios económicos locales y retener más valor dentro de ese país.

Como señalan Bustamante et al. (2012), el precio del litio, especialmente a partir de 2012 —cuando superó los 6000 dólares por tonelada—, ha impulsado la producción del mineral al incentivar a los productores a aumentar su oferta para aprovechar el mercado en crecimiento. Igualmente, Bravo (2019) señala que la producción de litio aumentó por un incremento en su precio, que redujo el costo relativo de extracción comparado con años anteriores. En 2015 el precio alcanzó aproximadamente los 6500 dólares por tonelada, lo que impulsó una mayor producción. Australia, por ejemplo, dobló su capacidad en respuesta a este repunte de precios. Asimismo, China aumentó la capacidad de conversión de sus concentrados para aprovechar la alta demanda.

De acuerdo con León et al. (2020), cuando los precios del litio aumentan, se generan incentivos económicos para invertir en nuevos proyectos mineros y expandir la capacidad de producción, con lo cual se mejora la rentabilidad de las operaciones mineras. Un claro ejemplo de esto ocurrió en 2017, cuando el precio del litio alcanzó su máximo (15 000 dólares por tonelada), lo que resultó en una intensificación de las actividades de exploración, el desarrollo de proyectos y el incremento de la producción en los salares de Argentina, Chile y Bolivia.

Diversos estudios coinciden en que el precio internacional del litio es un motor clave para la expansión de la producción. Un mayor valor del mineral incentiva la extracción, al mismo

tiempo que la reducción de los costos relativos (asociada a un repunte de precios) favorece la ampliación de la capacidad productiva. En conjunto, la evidencia muestra que los incrementos de precio generan incentivos económicos claros para aumentar la producción, atraer inversión y optimizar procesos, lo cual consolida al precio como un determinante directo.

2.2 Ventas de vehículos eléctricos

El incremento de las ventas de vehículos eléctricos, que requieren baterías de iones de litio, aumenta también la producción de este elemento. Como explica Lengua (2023), el litio es crucial para fabricar baterías y para la transición hacia una matriz energética más limpia, lo que ha incrementado su producción significativamente. De acuerdo con el que fue el Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación de Argentina (2021), la fuerte demanda de baterías impulsó un incremento en los ingresos del país a lo largo del tiempo, y así aumentó el incentivo para la producción.

Este aumento en la demanda global ha generado un fuerte impacto en los precios y niveles de producción. Azevedo et al. (2022) estiman que la producción de litio aumentó alrededor de un 550 % en un solo año como respuesta a esta presión de mercado. A su vez, Tecnología Minera (2022) señala que los fabricantes de baterías buscan asegurar el suministro debido a la creciente demanda de coches eléctricos, lo que ha beneficiado a China con un aumento en su producción. Diversos estudios proyectan una aceleración sostenida en esta tendencia. Córdoba (2023) calcula un aumento anual del 15,5 % en la producción de litio entre 2021 y 2035, mientras que Ategi (2023) proyecta que la demanda global alcanzará los 1,5 millones de toneladas de carbonato de litio equivalente (LCE) para 2025.

Desde una perspectiva de política pública, los países de la Unión Europea han implementado diversas medidas para impulsar la electromovilidad, con el objetivo de reducir las emisiones de CO₂ y avanzar hacia la transición energética. Según Tessone et al. (2023), estas iniciativas incluyen no solo subsidios directos para la compra de vehículos eléctricos (VE), sino también exenciones fiscales, inversión en infraestructura de carga y restricciones a vehículos contaminantes. Como resultado de estas políticas, la producción global de vehículos eléctricos experimentó un crecimiento exponencial: se duplicó en apenas dos años, pasando de seis millones de unidades en 2020 a más de doce millones en 2022 (IEA, 2023).

En resumen, se coincide en que las ventas de vehículos eléctricos resulta ser un impulsor clave en la producción de litio, ya que este es el mineral esencial para la fabricación de baterías de iones de litio. Asimismo, los VE son importantes desde una estrategia de transición hacia energías más limpias, llegándose a desplegar subsidios, entre otras medidas, para restringir vehículos contaminantes. En conjunto, la evidencia apunta a que la expansión de la electromovilidad ejerce presión directa y creciente sobre la producción mundial de litio, impulsada tanto por el mercado como por políticas estatales.

2.3 Inversión extranjera directa

La inversión extranjera directa influye claramente en la producción de litio en América Latina. Según Castello y Kloster (2015), este tipo de inversión es crucial para la región, ya que no solo impulsa la extracción del mineral, sino que también genera empleo, promueve el crecimiento económico y facilita su integración en la cadena de valor global del litio. En Argentina, Oviedo (2017) destaca el impacto de la inversión extranjera directa, especialmente proveniente de China, Corea del Sur y Japón, lo que ha permitido adoptar tecnologías para mejorar la productividad en los yacimientos. Obaya y Céspedes (2021) sostienen que la inversión extranjera ha sido clave en el triángulo del litio (Argentina, Bolivia y Chile). En Argentina, la apertura a empresas extranjeras ha impulsado numerosos proyectos, aunque el marco normativo limita el desarrollo de capacidades locales más allá de la producción operativa. En Bolivia, políticas de desregulación y un nuevo Código de Minería en los años noventa atrajeron inversión y fomentaron proyectos en el Salar de Uyuni. En Chile, los acuerdos con empresas de litio han financiado investigación y desarrollo, mejorando la infraestructura, la tecnología y el capital humano, esenciales para su competitividad global. Además, Córdoba (2023) resalta el papel de la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) como una de las principales productoras, ya que impacta en la economía local y atrae inversión extranjera.

En otras regiones productoras, como Australia y China, se observa una dinámica similar. La Oficina Económica y Comercial de España (2023) indica que, en Australia, la inversión extranjera directa (IED) ha permitido aumentar el valor agregado del litio, reducir los costos logísticos y generar mayores márgenes de ganancia, lo cual ha incentivado una expansión significativa de la producción. En el caso de China, la alta demanda interna ha llevado a una fuerte producción nacional de litio, con menores costos de extracción. Además, las empresas chinas han intensificado su presencia global, invirtiendo en países estratégicos para asegurar el abastecimiento de litio. Según Tessone et al. (2023), la Ley de Inversiones Mineras ha posibilitado el desarrollo de más de 58 proyectos en distintas fases, lo que ha contribuido notablemente al aumento de la capacidad productiva en el país asiático.

En síntesis, la evidencia recopilada indica que la inversión extranjera directa funciona como un motor clave para el incremento de la producción de litio, al facilitar la transferencia tecnológica, optimizar la infraestructura y consolidar la posición de los países productores dentro de la cadena de valor global. Este efecto se observa de manera consistente tanto en América Latina como en otras regiones estratégicas, lo que confirma que mayores flujos de IED contribuyen significativamente al crecimiento sostenido de la producción de este mineral.

2.4 Índice Global de Innovación

El Índice Global de Innovación es un *ranking* anual que evalúa y clasifica la capacidad de los países para innovar, así como su desempeño en innovación. Oviedo (2017) sostiene que la tecnología desempeña un papel crucial en la producción de litio, puesto que impulsa

avances y mejora la eficiencia en varios aspectos del proceso. La tecnología de extracción de litio ha evolucionado desde métodos tradicionales de refinación de minerales sólidos hacia procesos más eficientes de extracción de salmueras en salares continentales. Asimismo, los avances tecnológicos han aumentado la eficiencia y la capacidad de producción de litio, impulsando su demanda en aplicaciones como baterías para vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos, y consolidando su importancia como recurso clave en la transición hacia tecnologías más limpias y sostenibles.

Por su parte, de acuerdo con Azevedo et al. (2022), se espera que la producción de litio experimente un incremento significativo, impulsado por la innovación tecnológica, alcanzando entre tres y cuatro millones de toneladas para 2030. En cuanto a la oferta, se espera un crecimiento superior al 300 %, gracias a tecnologías prometedoras como la extracción directa de litio, que busca reducir los tiempos de producción, disminuir los costos operativos y aumentar la pureza del producto. Además, la tecnología de litio directo a producto tiene como objetivo acortar la cadena de suministro, capturar el litio en un polímero y extraerlo hacia un tubo electrolizador para transformarlo en un producto final. Del mismo modo, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2023) resalta que la innovación tecnológica es fundamental para mejorar la producción de litio en Argentina, Bolivia y Chile. El desarrollo de tecnologías específicas adaptadas a los salares de cada país permite optimizar la extracción y aumentar el valor agregado del litio.

Además, tecnologías como la extracción directa de litio y el litio directo a producto son fundamentales, ya que reducen el impacto ambiental. A su vez, Schlumberger (s. f.) subraya la importancia de la sostenibilidad en la producción de litio a través del avance tecnológico e indica que la adopción de tecnologías avanzadas puede minimizar el uso del agua, especialmente en los salares, y reducir significativamente la huella de carbono.

Los estudios analizados presentan una visión mixta: mientras algunos, como el Global Innovation Index, vinculan un alto nivel de innovación con mejoras en eficiencia de extracción y sostenibilidad, otros enfatizan que este efecto depende de la capacidad de absorción tecnológica de cada país. En general, la literatura sugiere una relación positiva, aunque más indirecta, con la producción de litio.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación tiene como objetivo estudiar el efecto del precio internacional del litio, de las ventas de vehículos eléctricos, de la inversión privada y del índice de innovación, sobre la producción de litio. Para estimar el impacto de estas variables, se optó por utilizar una regresión de datos de panel, que permite analizar diversas unidades de análisis en diferentes espacios y tiempos. Según Salmeron (s. f.), la ventaja de utilizar datos de panel es que permite capturar la heterogeneidad entre las unidades de análisis a lo largo del tiempo,

lo cual reduce la posibilidad de obtener resultados sesgados y la colinealidad entre las variables explicativas. Asimismo, la combinación de las dimensiones temporal e individual proporciona un mayor número de grados de libertad en el análisis, lo que asegura estimaciones más eficientes. La estructura del modelo se representa mediante la siguiente fórmula:

$$lprod_{it} = \beta_0 + \beta_1 lprice_1_{it} + \beta_2 lsalesEV_{it} + \beta_3 FDI_{it} + \beta_4 GII_{it} + \varepsilon_{it}$$

donde:

lprod es el logaritmo de la producción minera de litio en toneladas

lprice_1 es el logaritmo del precio promedio del carbonato de litio con un rezago

lsalesEV son las ventas de vehículos eléctricos

FDI es la inversión extranjera directa en porcentaje del PBI

GII es el índice de innovación global

β_0 es el término individual

ε_{it} es el término idiosincrático

Con la estructura del modelo, podemos determinar si se utilizarán efectos fijos, efectos aleatorios o un modelo *pooled*. Primero, para definir si el modelo se manejará por efectos aleatorios o será un modelo *pooled*, se emplea el test de Breusch-Pagan (Breusch & Pagan, 1980): si la hipótesis nula es rechazada, se utilizará un modelo de efectos aleatorios; de lo contrario, el modelo más adecuado será un modelo *pooled*. En caso de obtener un modelo *pooled* en la primera prueba, se aplicará el test de Wald (1943) para hipótesis sencilla (Neyman & Pearson, 1933), para analizar si los coeficientes son conjuntamente significativos. Si la hipótesis nula es rechazada, se preferirá comparar el modelo *pooled* con un modelo de efectos fijos y, de ser necesario, aplicar una prueba de efectos fijos. Por otro lado, si la hipótesis nula es rechazada en la primera prueba, se aplicará el test de Hausman (1978) para comparar un modelo de efectos fijos con uno de heterocedasticidad (Aparicio & Márquez, 2005). Posteriormente, se realizará la prueba efectos aleatorios.

Luego, se aplicarán diversas pruebas para asegurar la seriedad y fiabilidad del modelo. En primer lugar, se aplicará la prueba modificada de Wald de correlación contemporánea de Pesaran (1974) para identificar, si existiese, algún problema de este tipo en los errores. Por último, se aplicará la prueba de correlación serial de Wooldridge (2002) para detectar la presencia de autocorrelación de primer orden.

Con la finalidad de corregir los posibles problemas como autocorrelación, heterocedasticidad y correlación contemporánea, se usa el método Driscoll-Kraay (1998), ya que, como menciona Gutiérrez de Benito (2017), este es consistente en casos de heterocedasticidad y robusto frente a diversas formas de correlación contemporánea y autocorrelación.

Este estudio analiza las principales economías productoras de litio, centrándose en Argentina, Chile, China, Australia, Brasil, Zimbabue y Portugal. Se presta especial atención a Argentina y Chile, ya que se ubican dentro del triángulo de litio, mientras que China y Australia, aunque no están dentro de esta zona, son destacadas productoras de litio a nivel mundial. Es importante mencionar que Estados Unidos no se incluye en nuestro análisis debido a la falta de disponibilidad de información, con el fin de proteger la confidencialidad de las empresas privadas. Del mismo modo, Bolivia no se considera en el presente estudio por la falta de información disponible a lo largo de nuestra línea de tiempo.

El periodo de análisis comprende los años de 2011 a 2022, en función de la disponibilidad de datos para los países seleccionados. La variable dependiente del modelo es la producción minera de litio, expresada en toneladas, cuyo registro fue extraído del United States Geological Survey (Jaskula, 2024). En cuanto a las variables explicativas, se incluye el precio promedio del carbonato de litio por tonelada (en dólares estadounidenses), obtenido de Statista (2025a); las ventas anuales de vehículos eléctricos, también provenientes de Statista (2025b); la inversión extranjera directa como porcentaje del PBI, tomada del Banco Mundial (2025); y el índice de innovación global, extraído de los reportes del Global Innovation Index (World Intellectual Property Organization, 2025).

Con esta base de datos, se procede a estimar el modelo econométrico, cuyos resultados se presentan en la siguiente sección.

4. RESULTADOS

A continuación, se determina la naturaleza de los efectos del modelo mediante el test de Breusch-Pagan (1980).

Tabla 1

Prueba de Breusch-Pagan

Prueba del multiplicador de Lagrange de Breusch y Pagan para efectos aleatorios		
$lprod[id,t] = Xb + u[id] + e[id,t]$		
Resultados estimados:		
	Varianza	Desviación estándar = \sqrt{Var}
Lprod	2,7403	1,6554
E	,2449	,4949
U	0	0
Prueba: $Var(u) = 0$		
	chibar2(01) =	0,00
	Probabilidad > chibar2 =	1,0000

Nota. Elaboración propia a partir de datos obtenidos mediante el test de Breusch-Pagan (Breusch & Pagan 1980), aplicados a la muestra de estudio.

En este caso, no rechazamos la hipótesis nula; es decir, no existe heterogeneidad entre las unidades de análisis. Por lo tanto, es mejor usar un modelo *pooled* y no un modelo por efectos aleatorios.

Luego, determinamos si el modelo presenta una heterogeneidad significativa, para así aplicar un modelo por efectos fijos; de lo contrario, un modelo *pooled* resulta más conveniente.

Tabla 2

Prueba de Wald, dummies por país Variable	Coefficiente	Error estándar	t	P > t	[Intervalo de confianza.95 %]	
lprice_1	,4372	,2523	1,73	0,088	-,0677	,9422
VentasEV	,2647	,0702	3,77	0,000	,1241	,4052
FDI	,1224	,0468	2,61	0,011	,0287	,2162
GII	,0213	,0256	0,83	0,410	-,0301	,0726
País_1	1,1565	,5511	2,10	0,040	,0533	2,2596
País_2	-2,4303	,2536	-9,58	0,000	-2,9379	-1,9226
País_4	,5847	,3571	1,64	0,107	-,1300	1,2994
País_5	-,1350	,5279	-0,26	0,799	-1,1917	,9216
País_6	-2,7866	,4185	-6,66	0,000	-3,6244	-1,9489
País_7	-1,4755	,3438	-4,29	0,000	-2,1637	-,7873
_constante	,0102	2,0230	0,01	0,996	-4,0392	4,0597

Nota. Elaboración propia a partir de datos obtenidos mediante el test de Wald (1943), aplicados a la muestra de estudio.

No podemos concluir con precisión si, grupalmente, los coeficientes son significativos, por lo que realizamos la prueba de hipótesis sencilla.

Tabla 3

Prueba de hipótesis sencilla

(1)	País_2 = 0
(2)	País_3 = 0
(3)	País_4 = 0
(4)	País_5 = 0
(5)	País_6 = 0
(6)	Constante = 0
F (6,58) = 76,94	
Probabilidad > F = 0,0000	

Nota. Elaboración propia a partir de datos obtenidos mediante la prueba de hipótesis sencilla (Neyman & Pearson, 1933), aplicados a la muestra de estudio.

De esta manera, concluimos que, conjuntamente, los coeficientes son significativos (es decir, diferentes de cero) y que existe heterogeneidad entre las unidades de análisis. Por lo tanto, conviene usar un modelo de efectos fijos.

A continuación, se llevarán a cabo pruebas de diagnóstico para determinar si el modelo presenta problemas de heterocedasticidad, correlación contemporánea y autocorrelación.

Tabla 4

Test modificado de Wald para la heterocedasticidad agrupada

Prueba de Wald modificada para heterocedasticidad grupal en el modelo de regresión de efectos fijos	
$H_0: \sigma_i^2$	
Chi2 (7) =	295,00
Probabilidad > chi2 =	0,0000

Nota. Elaboración propia a partir de datos obtenidos mediante el test de Wald (1943), aplicados a la muestra de estudio.

La prueba de Wald nos indica que se rechaza la hipótesis nula de varianza constante. Por ello, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay heterocedasticidad; es decir, la varianza de los errores difiere entre las unidades de observación, lo que es necesario corregir.

Tabla 5

Prueba de correlación contemporánea de Pesaran

Prueba de Pesaran de independencia transversal = 1,988	Probabilidad = 0,0468
Valor absoluto promedio de los elementos fuera de la diagonal	0,314

Nota. Elaboración propia a partir de datos obtenidos mediante la prueba de correlación contemporánea de Pesaran (1974), aplicados a la muestra de estudio.

Por esta prueba, concluimos que existe correlación contemporánea; es decir, los residuos o errores del modelo están correlacionados entre las unidades transversales.

Tabla 6

Prueba de correlación serial de Wooldridge

Prueba de Wooldridge para autocorrelación en datos de panel	
H_0 : No existe autocorrelación de primer orden	
F(1, 6) =	0,826
Prop > F =	0,3984

Nota. Elaboración propia a partir de datos obtenidos mediante la prueba de correlación serial de Wooldridge (2002), aplicados a la muestra de estudio.

El test de autocorrelación de Wooldrige nos indica que, a un nivel de significancia de 5 %, no se rechaza la hipótesis nula; es decir, el modelo no presenta el problema de autocorrelación de primer orden.

Por último, los problemas de heterocedasticidad y correlación contemporánea presentes en el modelo de efectos fijos pueden solucionarse conjuntamente mediante el método de Driscoll y Kraay (1998).

Tabla 7

Regresión corregida por el método Driscoll-Kraay

Regresión con errores estándar de Driscoll-Kraay				Número de observaciones	= 69
Método: Regresión de efectos fijos				Número de grupos	= 7
Variable de grupo (i): id				F(4,9)	= 56,14
Rezago máximo: 2				Prob > F	= 0,0000
				R ² dentro del grupo (Within R-squared)	=0,4965
Variable	Coficiente	Error estándar Driscoll/Kraay	T	P > t	[Intervalo de confianza 95 %]
lprice_1	,4372	,1514	2,89	0,018	,0946 ,7798
IsalesEV	,2647	,0650	4,07	0,003	,1176 ,4117
FDI	,1224	,0191	6,42	0,000	,0793 ,1656
GII	,0213	,0251	0,85	0,420	-,0356 ,0781
_cons	-,7055	1,6117	-0,44	0,672	-4,3513 2,9403

Nota. Elaboración propia a partir de datos obtenidos mediante la regresión corregida por el método Driscoll-Kraay (Driscoll & Kraay, 1988), aplicados a la muestra de estudio.

En primer lugar, encontramos que un aumento en 1 % del precio promedio del carbonato de litio en el periodo anterior genera que la producción de litio aumente en 0,44 %. Efectivamente, la extracción y el procesamiento de este mineral para satisfacer la creciente demanda del mercado se ha intensificado principalmente en países con grandes reservas; los precios más altos han hecho más rentable la extracción, motivando a estos países a duplicar su capacidad productiva y a mejorar las tecnologías de conversión. Además, este incremento en el precio ha incentivado la inversión en nuevos proyectos mineros y la expansión de las capacidades de producción existentes. Esto concuerda con lo hallado en los estudios de Gallardo (2011), Bravo (2019) y León et al. (2020).

En segundo lugar, la venta de vehículos eléctricos también tiene un impacto positivo en la producción de litio: un incremento de 1 % en la venta de vehículos eléctricos genera un aumento de 0,26 % en la producción de litio. El incremento en la demanda, causado

principalmente por la creciente popularidad de los vehículos eléctricos que requieren baterías de iones de litio, ha llevado a un aumento notable de la producción, con proyecciones que sugieren un crecimiento anual constante. Asimismo, los fabricantes de baterías y los países están adoptando medidas para asegurar el suministro de litio, lo que incluye políticas de incentivos en varias regiones para fomentar la adopción de vehículos eléctricos para reducir las emisiones de CO₂. Estos factores están configurando un mercado dinámico y en expansión para el litio, además de beneficiar a los países productores y fomentar una mayor producción y exploración de este recurso. Este resultado es consistente con lo hallado en los estudios de Ategi (2023) y Córdoba (2023).

En tercer lugar, se evidencia que la inversión extranjera directa, como porcentaje del PBI, tiene un impacto positivo en la producción de litio. Un aumento del 1 % en esta inversión produce un incremento del 12,24 % en la producción de litio. La inversión privada está impulsando significativamente esta producción, contribuyendo así al crecimiento económico y al aumento del empleo en estos países. Esta inversión no solo mejora la eficiencia en la extracción y procesamiento del mineral, sino que también optimiza la logística y aumenta el valor agregado del litio. En consecuencia, estas inversiones estratégicas están fomentando el desarrollo de tecnologías avanzadas y la reducción de costos operativos, además de fortalecer las economías locales y responder a la creciente demanda global de este recurso esencial. Este hallazgo está alineado con la evidencia empírica de los estudios de Obaya (2021), Castello & Kloster (2015) y de la Oficina Económica y Comercial de España en Sídney (2023).

Por último, con relación al índice de innovación global, se observa que, si este aumenta en un punto, la producción de litio aumentará en 2,12 %. Sin embargo, este efecto no es estadísticamente significativo. Ello se puede deber a que una mayor innovación lleva a que los países concentren su fuerza productiva en el sector terciario y no en el primario. Por ello, ante una mayor capacidad innovadora, la tendencia es enfocarse más en el refinamiento o tratamiento del litio que en el proceso extractivo, lo cual no aumenta propiamente la producción. A su vez, esto también se relaciona con el hecho de que el índice no solo mide la innovación tecnológica en este sector específico, sino la de la economía en su conjunto; entonces, puede suceder que la mayor capacidad de innovación en un país esté privilegiando otros sectores.

5. CONCLUSIONES

En la presente investigación se analizaron el impacto del precio de litio, la venta de vehículos eléctricos, la inversión extranjera directa y el índice de innovación global sobre la producción de litio. Esto se hizo por medio de una estimación con errores estándar corregidos de panel (PCSE) mediante el método de Driscoll-Kraay. Se seleccionaron los siguientes países: Argentina, Australia, Chile, China, Brasil, Zimbabue y Portugal. Estos siete países, al tener

reservas significativas (cerca de dos tercios de las reservas mundiales), representan cerca del 90 % de la producción total de litio a nivel mundial.

De acuerdo con los coeficientes y niveles de significancia estadística obtenidos, se establece que las variables más relevantes para determinar la producción de litio son el precio internacional del litio, las ventas de vehículos eléctricos y la inversión extranjera directa. En cuanto a la variable del precio del litio, los resultados indican que es el componente que más aporta de manera positiva a la producción de litio. Esto se explica porque un mayor precio del litio motiva a los productores a incrementar su oferta para aprovechar la alta demanda del mercado. El aumento en la producción, por tanto, es impulsado por la rentabilidad que supone extraer este elemento y los altos precios del mercado reducen el costo relativo de la extracción y fortalecen la producción de litio en países con grandes reservas.

A su vez, la venta de vehículos eléctricos determina en gran medida la producción de litio. Esto se debe a que estos coches están fabricados principalmente con baterías de iones de litio, lo que impulsa una transición hacia una matriz energética sostenible. Además, nuevas políticas gubernamentales en ciertos países, como subsidios y exenciones impositivas, han acelerado la adopción de vehículos eléctricos, incentivando aún más la producción de litio.

Asimismo, la inversión extranjera directa desempeña un papel crucial en la producción de litio, pues influye significativamente en la extracción del mineral, la generación de empleo y el crecimiento económico regional. Este apoyo financiero no solo optimiza los procesos de extracción y logística, sino que también asegura la financiación de proyectos de investigación y desarrollo (I+D), los cuales analizan y mejoran las diversas etapas de extracción.

Teniendo en cuenta los resultados, las empresas privadas involucradas en la producción de litio, ya sea directa o indirectamente, deben enfocarse en el aprovechamiento estratégico de este recurso. El mundo se dirige hacia un futuro en el que el litio tendrá una importancia creciente, reflejada no solo en su precio como materia prima, sino también en su valor agregado a diversos productos manufacturados. Las empresas pueden obtener mayores beneficios con el aumento de los precios. Por ello, se recomienda a las empresas de explotación de litio mejorar sus procesos de extracción, hacerlos más eficientes y expandir sus capacidades para lograr economías de escala. Asimismo, en el ámbito automotriz, es crucial asegurar proveedores confiables y, de ser posible, establecer alianzas con otras empresas del mismo sector para mantener y ampliar su participación en el mercado.

Por otro lado, el sector público también debe aprovechar este recurso, sobre todo si tiene la capacidad para extraerlo. En ese sentido, debe priorizar el aumento de la inversión extranjera mediante la creación de leyes para facilitar la extracción y producción local de litio, para que luego sea exportado. Además, para incentivar que esta transición energética se realice rápidamente y para que parte de la población pueda realizar la compra de vehículos eléctricos, se puede recurrir a los subsidios. Dado que el objetivo es dejar de usar

combustibles fósiles, también se debe conseguir que, a lo largo del país, existan diversos puntos para que los vehículos eléctricos recarguen sus baterías. Asimismo, esto obligará a que el Estado desarrolle un sistema eléctrico fuerte y estable, apuntando a que todo en conjunto promueva el desarrollo económico del país.

Un área clave para ser profundizada es la relación entre la producción de litio y la sostenibilidad ambiental. Dado que la extracción del mineral consume grandes volúmenes de agua y puede generar impactos ecológicos en zonas sensibles (como salares y humedales), futuros estudios deben evaluar cómo las regulaciones ambientales, las tecnologías de extracción sostenible y las prácticas de remediación influyen en la escalabilidad de la producción. Además, sería relevante explorar el equilibrio entre la demanda creciente de litio y los compromisos globales de reducción de emisiones, analizando si las actuales cadenas de suministro son compatibles con los objetivos de descarbonización.

Créditos de autoría

Jean Pierre Canaza: Conceptualización, metodología, investigación, supervisión, análisis formal y redacción de la versión original.

Yemara Zúñiga Chahua: Conceptualización, metodología, investigación, supervisión, análisis formal y redacción de la versión original.

REFERENCIAS

- Aparicio, J., & Márquez, J. (2005). *Diagnóstico y especificación de modelos panel en Stata 8.0*. División de Estudios Políticos; Centro de Investigación y Docencia Económicas.
- Ategi. (2023, 26 de junio). *La demanda de litio se disparará y, además, el 80 % de la producción se concentra en solo 2 países*. <https://ategi.com/2023/06/26/la-demanda-de-litio-se-disparara-y-ademas-el-80-de-la-produccion-se-concentra-en-solo-2-paises/>
- Azevedo, M., Baczyńska, M., Hoffman, K., & Krauze, A. (2022, 12 de abril). *La minería del litio: Cómo las nuevas tecnologías de producción podrían impulsar la revolución mundial de los vehículos eléctricos*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/la-mineria-del-litio-como-las-nuevas-tecnologias-de-produccion-podrian-impulsar-la-revolucion-mundial-de-los-vehiculos-electricos/es>
- Banco Mundial. (2025). *PIB (US\$ a precios constantes de 2015)* [Base de datos]. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD>
- Bravo, V. (2019). *Algo sobre el litio* [Documento de trabajo]. Fundación Bariloche; Conicet. <https://fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2024/07/Algosobreellitio.pdf>

- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Bustamante, S., Campusano, S., Muñoz, F., Ortega, V., & Santoro, E. (2012). *Litio: producción, demanda y precio. Minería, desafío y desarrollo país*. Universidad de Chile. https://www.academia.edu/28437690/InformeFinal_Litio
- Castello, A., & Kloster, M. (2015). *Industrialización del litio y agregado de valor local* [Documento de trabajo n.º 1]. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación. https://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2015/10/Litio_DT_v9_final-web.pdf
- Centro Estratégico Latinoamericano de Geopolítica. (2022). *Hacia una organización latinoamericana de países exportadores de litio (OLPEL)*. CELAG. <https://www.celag.org/hacia-una-organizacion-latinoamericana-de-paises-exportadores-de-litio-olpel/>
- Comisión Chilena del Cobre. (2023). *El mercado del litio: desarrollo reciente y proyecciones al 2035. Actualización a mayo 2023*. <https://www.cochilco.cl/web/download/367/2023/12428/el-mercado-de-Litio-desarrollo-reciente-y-proyecciones-al-2035-actualizacion-a-mayo-2023.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023). *Extracción e industrialización del litio: oportunidades y desafíos para América Latina y el Caribe*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5c1c160a-557d-42d9-bfa8-929142d2fa21/content>
- Córdoba, J. (2023, 2 de diciembre). *Análisis del mercado del litio en Chile y su impacto en la economía nacional* [Monografía para optar al grado de Bachiller, Universidad de Chile]. Repositorio académico Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/197038/Monografia-Jorge-Cordoba.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Driscoll, J. C., & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *The Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549-560. <https://doi.org/10.1162/003465398557825>
- Gallardo, S. (2011, septiembre). Extracción de litio en el norte argentino. La fiebre comienza. *Exactamente*, 18(48), 26-29. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/exactamente/exactamente_n048.pdf
- Griffith-Jones, S., Vivanco, D., & Briones, L. (2023, 29 de septiembre). Importancia reciente del litio en la economía chilena. *Banco Central de Chile*. <https://www.bcentral.cl/web/banco-central/w/importancia-reciente-del-litio-en-la-economia-chilena-1>
- Gutiérrez de Benito, R. (2017). *Desempeño financiero y responsabilidad social empresarial: un estudio empírico* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid].

- UVaDOC. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/27307/TFG-E-371.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>
- IEA. (2023). *Global EV Outlook 2023*. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- Jaskula, B. W. (Ed.). (2024). Lithium. En *Mineral commodity summaries 2024 – Lithium Data Release* (pp. 110-111). U. S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-lithium.pdf>
- Lengua, R. (2023). Perspectivas del litio en el Perú. *Rumbo Minero*, 152, 174-176. <https://online.flippingbook.com/view/668992295/178/#zoom=true>
- León, M., Muñoz, C., & Sánchez, J. (Eds.). (2020). *La gobernanza del litio y el cobre en los países andinos*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; Cooperación Alemana. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/61e6dc94-90fe-4ce4-afd4-c52f424f6c74/content>
- Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. (2021, octubre). *Informe Litio. Octubre 2021*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_litio_-_octubre_2021.pdf
- Neyman, J., & Pearson, E. S. (1933). On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 231(694-706), 289-337. <https://doi.org/10.1098/rsta.1933.0009>
- Obaya, M. (2021, 5 de abril). *Una mirada estratégica sobre el triángulo del litio: marco normativo y políticas productivas para el desarrollo de capacidades en base a recursos naturales* [Documento de trabajo]. Fundar. <https://fund.ar/publicacion/mirada-estrategica-triangulo-litio/>
- Obaya, M., & Céspedes, M. (2021). *Análisis de las redes globales de producción de baterías de ion de litio. Implicaciones para los países del triángulo del litio*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe; Cooperación Alemana. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f1c5559d-8592-4ffb-aff5-3d7cd5c5e266/content>
- Oficina Económica y Comercial de España en Sídney. (2023). *Informe económico y comercial: Australia 2023*. ICEX España Exportación e Inversiones.
- Oviedo, E. D. (Comp.). (2017). *Inversiones de China, Corea y Japón en Argentina. Análisis general y estudio de casos*. Universidad Nacional de Rosario, Fondo Editorial. <https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/az5220.pdf>
- Pesaran, M. H. (1974). On the General Problem of Model Selection. *The Review of Economic Studies*, 41(2), 153-171. <https://doi.org/10.2307/2296710>

- Salmerón, R. (s. f.). *Modelos de datos de panel* [Diapositivas]. Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~romansg/material/WebEco/04-Eco2/Transparencias/04_Panel.pdf
- Schlumberger. (s. f.). *Well-to-product integrated lithium solutions*. <https://www.slb.com/products-and-services/scaling-new-energy-systems/lithium/sustainable-lithium-production>
- Statista. (2025a). *Average lithium carbonate price from 2010 to 2024 (in U. S. dollars per metric ton)* [Base de datos]. <https://www.statista.com/statistics/606350/battery-grade-lithium-carbonate-price/>
- Statista. (2025b). *Número de vehículos eléctricos vendidos a nivel mundial entre 2012 y 2024 (en miles de unidades)* [Base de datos]. <https://es.statista.com/estadisticas/977101/ventas-mundiales-de-vehiculos-electricos/>
- Tecnología Minera. (2022, 17 de octubre). *Benchmark Mineral: el precio del litio alcanza un nuevo máximo histórico*. <https://tecnologiaminer.com/index.php/noticia/benchmark-mineral-el-precio-del-litio-alcanza-un-nuevo-maximo-historico-1665978730>
- Tessone, M. O. R., Etcheverry, R. O., & Kruse, E. E. (2023). Litio: una mirada económica de su producción y cadena de valor. *Museo*, (35), 43-50. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/163382>
- Wald, A. (1943). Test of statistical hypothesis concerning several parameters when the number of observations is large. *Transactions of American Mathematical Society*, 54(3), 426-482. <https://doi.org/10.1090/S0002-9947-1943-0012401-3>
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press. <https://ipcid.org/evaluation/apoio/Wooldridge%20-%20Cross-section%20and%20Panel%20Data.pdf>
- World Intellectual Property Organization. (2025). *Global Innovation Index*. <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index>